Aus der IV. Medizinischen Universitätsklinik Berlin.
Direktor: Professor Dr. H. Dennig.

Ein Beitrag zur Frage der Leistungssteigerung nach Digitalisierung

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung
der Doktorwürde einer Hohen medizinischen Fakultät
der Friedrich-Wilhelms-Universität Berlin

vorgelegt von

Tung-sheng Sheng
aus Yün-Hsing (China)

Tag der Promotion: 14. Mai 1936

Jena 1936
Universitäts-Buchdruckerei G. Neuenhahn, G. m. b. H., Jena

127

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Friedrich-Wilhelms-Universität Berlin.

Dekan: Prof. Dr. Magnus
Referent: Prof. Dr. H. Dennig
Korreferent: Prof. Dr. v. Bergmann

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Der Zustand der Erschöpfung, der die Grenze der körperlichen Leistungsfähigkeit darstellt, ist in seiner Ursache noch immer nicht restlos geklärt. Offenbar spielen bei seiner Entstehung eine große Anzahl von Faktoren eine Rolle, wie schon aus der Tatsache hervorgeht, daß eine Steigerung der Leistungsfähigkeit auf ganz verschiedenen Wegen erreicht werden kann. Allgemein bekannt ist die leistungssteigernde Wirkung des Trainings; ebenso sind psychische Einflüsse von großer Bedeutung und schließlich läßt sich medikamentös — und zwar auch hier wieder durch ganz verschiedene Mittel — eine Erhöhung der körperlichen Leistungsfähigkeit erzielen. So konnten *Dennig* und Mitarbeiter (1), ausgehend von der Annahme, daß die Erschöpfung im wesentlichen durch die Verschiebung des Blut-pH nach der acidotischen Seite infolge starker Milchsäurebildung während der Arbeit bedingt sei, durch künstliche Alkalisierung gesunder Versuchspersonen mit $NaHCO_3$ eine deutliche Leistungssteigerung hervorrufen. Andere Autoren stellten nach Digitalisierung eine ähnliche Wirkung fest. *Groscurth* und *Bansi* (2) untersuchten die Digitaliswirkung auf Kreislaufgeschwindigkeit, Stoffwechsel und Leistungsfähigkeit bei schwerer dynamischer Arbeit am Fahrradergometer an gesunden Versuchspersonen. *Hartl* (3) führte ähnliche Versuche mit Hilfe statischer Arbeit aus. Trotz verschiedener Methoden kamen diese Autoren zu denselben Schlüssen. Sowohl *Groscurth* und *Bansi* mit Digipurat wie auch *Hartl* mit Strophanthin fanden eine Steigerung der Leistungsfähigkeit der Versuchsperson mit Hebung des subjektiven Leistungsgefühls, Rationalisierung der Kreislaufmechanik, Verminderung der Kreislaufgeschwindigkeit und Verbesserung der Luftausnutzung. Auch die Arbeit von *Bickl* (4) hat die oben erwähnten Befunde bestätigt. Schon allein die verbesserte Luftausnutzung bei Verminderung der Kreislaufgeschwindigkeit läßt erkennen, daß die Wirkung von Digitalis nicht allein das Herz betrifft, sondern daß auch in dem peripheren Stoffumtausch wichtige physikalisch-chemische Veränderungen auftreten. Auf eine solche periphere Wirkung auf die Kapillardurchlässigkeit wurde auch von *Mico* und *Rühl* hingewiesen.

Auf Grund dieser Ergebnisse nahmen *Groscurth* und *Bansi* eine doppelte Wirkung von Digitalis an. Ist das Herz intakt, so bewirkt Digitalis durch eine periphere, chemisch-physikalische Milieuveränderung ein sparsames Kreislaufzusammenspiel mit ver-

besserter Ausnutzung des kreisenden Stoffmaterials. Erst wenn das Herz zu versagen droht, greift Digitalis am Herzen an, um eine Verminderung der Minutenleistung zu erzielen.

In der vorliegenden Arbeit soll von Ergebnissen berichtet werden, die zu den von *Groscurth* und *Bansi* gefundenen Zusammenhängen kritisch Stellung nehmen und das Problem der Digitaliswirkung erneut zur Diskussion stellen.

In den vorliegenden Arbeitsversuchen wurde auf den Nachweis einer Leistungssteigerung durch Digitalis verzichtet; es wurden vielmehr der Stoffwechsel und das Elektrokardiogramm bei einer nicht erschöpfenden Arbeit untersucht, um einen Einblick in den Mechanismus der Digitaliswirkung beim Gesunden zu gewinnen. Wir wählten die Versuchsanordnung so, daß nach Abschluß des Trainings von der Versuchsperson immer die gleiche Arbeitsleistung ausgeführt wurde, ohne Rücksicht darauf, daß in einzelnen Fällen die Grenze der Erschöpfung noch nicht erreicht war.

In der Literatur findet sich eine Fülle von Arbeiten, die sich mit den nach der Arbeit im Elektrokardiogramm gefundenen Veränderungen beschäftigen. Die Ergebnisse sind so widersprechend, daß sich eine Gesetzmäßigkeit solcher Veränderungen daraus bisher kaum ableiten läßt.

Schon *Einthoven,* der sich als erster mit dem Arbeits-Elektrokardiogramm beschäftigt hat, fand bei seinem Diener nach der Arbeit eine Erhöhung der T-Zacke und eine Senkung der S—T-Strecke. Diese Veränderung wurde später wiederholt von anderen Autoren beobachtet. *Messerle* (5) untersuchte sieben Sportleute und neun Untrainierte und fand eine Zunahme aller positiven Schwankungen nach der Arbeit in allen Ableitungen. Dagegen beobachtete *van Muyden* (6), daß die T-Zacke nach der Arbeit normalerweise auch abnehmen kann. *Reiselmann* und *Kostjukow* (7) schließen nach ihren Untersuchungen bei Schneidern, daß nichttrainierte und den Anforderungen einer Muskelanstrengung schlecht angepaßte Herzen in der Ruhe wie auch nach körperlicher Arbeit kleine Zacken im Elektrokardiogramm liefern, daß dagegen Herzen in gutem Training mit gesundem Myocard nach körperlicher Arbeit eine jähe Steigerung der T- und P-Zacken aufweisen, wobei erstere häufig auch noch in der ersten auf die Belastung folgenden Minute weiter ansteigt. *Mentzinger* (8) ging sogar so weit zu betonen, daß eine Abflachung der T-Zacke nach der Arbeit als eine funktionelle und unter Umständen reversible Schädigung, der zumeist eine echte Myocarditis zugrunde liegt, angesehen werden muß.

Ein nicht minder umstrittenes Gebiet ist die Frage der elektrokardiographischen Veränderungen nach Digitalisierung. Seit der alten Veröffentlichung von *Cohn* (9), in der dieser über das Negativwerden der Endschwankung nach Digitalis berichtete, wurde dieser Befund in zahlreichen Versuchen an Tieren und Menschen nachgeprüft. Die einzelnen Autoren kamen zu ganz verschiedenen Ergebnissen. Während *Blumfeldt* (10) mit gewöhnlichen Digitalisdosen keine Abnahme der Höhe der T-Zacke fand, konnten *Herles* (11), *Grünbaum* (12) u. a. doch die Befunde von *Cohn* bestätigen, warnten aber davor, das Negativwerden der T-Zacke als ein Signal der Digitalisintoxikation zu überschätzen. Dagegen konnte *Brams* (13) sogar mit toxischer Digitalisdosierung keine Veränderungen der T-Zacke hervorrufen. *Winternitz* (14) unterscheidet im Elektrokardiogramm zwei Typen von Digitalisveränderungen. Der eine Typus, der sog. „pharmakologische Effekt", besteht in einer muldenförmigen Depression des Zwischenstücks in allen Ableitungen; der andere, von ihm als „Halbseiteneffekt" bezeichnet, äußert sich darin, daß eine negative Endschwankung nach Digitalis stärker negativ und eine positive Endschwankung nach Digitalis stärker positiv wird. Ersteres ähnelt den Veränderungen im Elektrokardiogramm des Angina-pectoris-Anfalls und wurde auch schon von *Harris* (15) beobachtet.

Wir finden also in der Literatur einerseits eine große Anzahl von Arbeiten, die sich mit der elektrokardiographischen Untersuchung der Arbeitswirkung auf das Herz beschäftigen, andererseits eine ebenso große Fülle von Veröffentlichungen über die Digitaliswirkung auf das Elektrokardiogramm. Der Einfluß von Digitalis auf das Arbeits-Elektrokardiogramm dagegen scheint bisher wenig untersucht zu sein.

Methodik.

Als Versuchsperson diente der 24jährige, 158 cm große T. S., der während seiner Schulzeit einigermaßen trainiert war und jetzt noch leichte Sportarten treibt. Die Arbeit bestand aus raschem Laufen im nüchternen Zustand auf einem elektrisch betriebenen laufenden Band. Die Geschwindigkeit betrug 25 Stundenkilometer. Die Exspirationsluft während des Laufens wurde in Douglas-Säcken aufgefangen. Zur Bestimmung der Sauerstoffschuld setzte sich die Versuchsperson sofort nach der Arbeit auf einen bequemen Stuhl und atmete wechselnd in zwei Spirometer noch 60 Minuten weiter. Die Gasanalyse wurde mit dem Haldane-Apparat ausge-

Tabelle 1.

1. Datum	2. Verfassung	3. Laufdauer	4. Grund-umsatz	5. Atemluft währ. d. Lauf. gesamt (Liter)	5. Atemluft währ. d. Lauf. pro Min. (Liter)	6. % CO_2 in Atemluft	7. % O_2 entzogen	8. CO_2-Aussch. währ. d. Lauf. gesamt (Liter)	8. CO_2-Aussch. währ. d. Lauf. pro Min. (Liter)	9. CO_2-Aussch. in 60' nach d. Lauf	10. 8.+9.	11. O_2-Verb. währ. d. Lauf. gesamt (Liter)	11. O_2-Verb. währ. d. Lauf. pro Min. (Liter)	12. O_2-Verb. in 60' nach d. Laufen	13. 11.+12.	14. R.Q. währ. d. Laufens	15.* O_2-Schuld (Liter)	16. Atemluft in 60' nach d. Laufen	17. Bemerkungen
22. Juli	—	1'12''	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24. „	—	1 29''	+ 0,8 %	76	51	4,05	4,38	2,81	1,90	17,655	20,465	3,16	2,13	15,832	18,992	0,89	4,636	563	—
25. „	—	2'30''	−15,5 %	137	54,8	3,75	3,38	4,7	1,92	13,106	17,806	3,04	1,22	13,12	16,16	1,60	1,924	466	Geschwindigk. geändert
† 31. „	—	2'37	−27 %	149	60	4,05	3,58	5,46	2,09	16,284	21,744	4,66	1,782	15,459	20,119	1,17	4,266	592	—
† 6. Aug.	—	5'15''	− 5,7 %	283	53,9	4,00	3,63	10,35	1,97	15,312	25,662	9,14	1,74	15,783	24,923	1,13	4,587	523	—
7. „	Pandigal 2 ccm I. V.	„	− 3,2 %	176,2	33,5	4,05	4,18	6,539	1,245	16,575	23,114	6,81	1,30	16,716	23,526	0,96	5,52	506	—
8. „	—	„	+ 6 %	185,5	35,4	4,15	4,53	7,024	1,338	14,321	21,345	7,03	1,34	17,817	24,847	0,97	6,621	475	—
† 10. „	—	„	+14 %	263,3	50	3,95	3,43	9,328	1,777	14,977	24,305	7,77	1,48	16,64	24,41	1,20	5,444	541	—
† 20. „	—	„	− 7 %	276,5	52,7	3,85	3,68	9,658	1,84	13,43	23,088	9,12	1,76	14,70	23,82	1,06	3,504	477	—
21. „	$NaCl_4$ 3 ccm I. V.	„	—	227	43,2	4,35	4,08	8,931	1,70	13,028	21,959	8,24	1,57	14,68	22,92	1,08	3,484	448	—
22. „	Pandigal 2 ccm I. V.	„	—	250	47,6	3,85	3,68	8,731	1,663	13,007	21,739	8,82	1,68	14,559	23,379	0,99	3,363	441	—
23. „	—	„	—	291	55,4	3,35	3,28	8,79	1,674	13,698	22,488	8,56	1,63	15,05	23,61	1,02	3,854	475	—
26. „	—	„	—	258	49	3,75	4,18	8,79	1,674	13,096	21,886	10,07	1,92	15,395	25,465	0,87	4,199	432	—
27. „	Strophanthin 0,5 mg I. V.	„	− 9 %	282	53,7	3,85	3,68	9,67	1,841	13,508	23.178	9,45	1,80	14,13	23,58	1,02	2,934	446	—
29. „	—	„	—	276	52,6	3,45	3,18	8,65	1,647	13,338	22,038	7,80	1,486	15,17	22,97	1,11	3,974	454	—

*) Da der Grundumsatz von Tag zu Tag erheblich schwankte, haben wir die O_2-Schuld mit einem Durchschnitts-Grundumsatz verglichen.

†) Zwischen 31. Juli und 6. August sowie zwischen 10. und 20. August wurde auch täglich gelaufen.

führt. Als Digitaliskörper wurden g-Strophanthin-Thoms und das Digitalis-lanata-Glykosid Lanadigen in Form des Präparates „Pandigal" verwendet. Die Injektionen wurden 20 Minuten vor dem Laufen gegeben.

Zur Aufnahme des Elektrokardiogramms wurden die silbernen Elektroden mit Kompressen, die mit warmer physiologischer Kochsalzlösung getränkt waren, auf den Extremitäten befestigt. Da nicht gleichzeitig alle Ableitungen geschrieben werden können, wurde die II. Ableitung gewählt, weil bei ihr die Zacken erfahrungsgemäß die größte Höhe erreichen und sie auch nach der Belastung die stärksten Veränderungen aufweisen. Der Blutdruck wurde nach der Methode von *Frank* mit dem Differentialmanometer optisch registriert.

Ergebnisse und Besprechung.

I. Einflüsse des Trainings.

Da bekanntlich bei Training täglich wiederholter körperlicher Arbeit eine Trainingswirkung auftritt, die sich in kontinuierlicher Leistungssteigerung bis zur Erreichung einer annähernden Konstanz der Leistung äußert, wurde den eigentlichen Versuchen eine Trainingsperiode vorausgeschickt, in der die Versuchsperson täglich bis zur völligen Erschöpfung lief, während — wie schon oben erwähnt — in den eigentlichen Versuchen die Laufdauer immer die gleiche blieb.

Der Einfluß des Trainings ist in der letzten Zeit gründlich von zahlreichen Autoren erforscht worden. Eine ausführliche Rückschau der Literatur befindet sich in der Arbeit von *Groscurth* und *Bansi* (2). Bei Betrachtung unserer Ergebnisse auf der beigelegten Tabelle 1, in die die Trainingsdaten zum Teil eingetragen sind, kommen wir zu denselben Schlüssen. Bei unveränderter Geschwindigkeit konnte die Laufdauer von Mal zu Mal verlängert werden. Nachdem wir am 6. August eine Laufdauer von 5 Minuten 15 Sekunden erlangten, begannen wir schon am nächsten Tag mit dem Digitalisversuch. Wie wir später sehen werden, haben wir das Training leider nicht lange genug betrieben. Daher zeigt die Leistungsfähigkeit nachher noch eine Steigerung, die sich im Stoffwechsel äußert.

Betrachten wir die Leerversuche, wobei wir kein Medikament gegeben haben, und sehen wir von den Daten an dem Tage nach der ersten Pandigalinjektion, wo eine Nachwirkung der Droge zu bestehen scheint, ab, so ist bei der CO_2-Ausscheidung sowohl wäh-

rend, wie auch nach der Arbeit im Laufe des Trainings trotz erheblicher Schwankungen doch eine deutliche Abnahme zu erkennen. Diese Abnahme ist auch bei der Prozentzahl der CO_2 in der Exspirationsluft zu sehen. Die CO_2-Ausscheidung während des Laufens sank von etwa 2 Liter pro Minute bis 1,65 am 29. August, und die in 60 Minuten nach dem Laufen ist von 17,66 Liter bis auf etwas über 13 Liter gesunken. Die Daten vom 25. Juli sind nicht zu verwerten, weil die Geschwindigkeit der Tretmühle durch einen Fehler verlangsamt wurde und die Versuchsperson nicht bis zur Erschöpfung lief.

Die O_2-Schuld ließ zwar keine erhebliche, aber doch eine deutliche Abnahme im Laufe des Trainings erkennen. Außerdem erfuhr die gesamte Atemluft in 60 Minuten nach dem Laufen auch eine stufenweise Verminderung und die Atemzüge kehrten rascher zur Norm zurück. Die Versuchsperson gab an, daß die Atemnot nach dem Laufen von Tag zu Tag kürzer dauere. (Da wir nicht imstande waren, die Pulsfrequenz und den Blutdruck während der Arbeit zu messen, so können wir darüber keine Daten vorlegen. Die Pulsfrequenz und der Blutdruck n a c h der Arbeit zeigten keine regelmäßige Tendenz.)

II. Der Einfluß der Droge auf die Leistungsfähigkeit.

A. Bei der ersten Pandigalinjektion:

Der Einfluß von Digitalis auf die Leistungsfähigkeit ist besonders auffallend bei der ersten Pandigalinjektion am 7. August, wobei wir folgendes feststellen können:

1. Das subjektive Leistungsgefühl ist gehoben.
2. Die Atemluft während des Laufens ist stark vermindert. Im Vergleich mit dem vorigen Tag, wobei die Laufdauer auch die gleiche war, brauchte die Versuchsperson nur $^3/_5$ soviel zu atmen. Das Opressionsgefühl auf der Brust hat auch nachgelassen.
3. Die CO_2-Ausscheidung während des Laufens ist stark vermindert mit einem Wert von 1,25 Liter pro Minute im Vergleich mit dem Wert von 1,97 am vorigen Tag. Dagegen ist die CO_2-Ausscheidung nach dem Laufen etwas gestiegen. Die gesamte CO_2-Ausscheidung während und nach der Arbeit beträgt trotzdem weniger als zuvor.
4. Der O_2-Verbrauch verhält sich ebenso wie die CO_2-Ausscheidung. Der Arbeits-O_2 ist gesunken und die Erholungs-

O_2 gestiegen mit einer Steigerung der O_2-Schuld. Die Summe beider ist jedoch um etwa 1 Liter vermindert.

5. Die Prozentzahl des während der Arbeit von der Atemluft entzogenen Sauerstoffs ist erheblich gestiegen (s. Stb. 7, Tabelle 1); dies stellt eine verbesserte Ausnutzung der Atemluft dar. Eine geringere Steigerung der Prozentzahl des ausgeschiedenen CO_2 ist auch zu sehen.
6. Da die Verminderung des Arbeits-O_2 im Verhältnis nicht so stark wie die von CO_2 ist, so ist der respiratorische Quotient während der Arbeit gesunken. Eine solche Senkung des respiratorischen Quotienten wurde auch von *Rühl* (16) und *Hartl* (3) mit Strophanthin beobachtet. Letzterer erklärt, daß Strophanthin eine erhöhte Membranpermeabilität im Organismus schaffe, die zu einer rascheren Beseitigung der während der Arbeit vermehrt gebildeten sauren Stoffwechselprodukte führe. Dadurch käme es als Endwirkung des Strophanthins zu einer Verschiebung des Stoffwechselmilieus zur alkalischen Seite. *Groscurth* und *Bansi* (2) sahen in diesem Befund ebenfalls einen Beweis für eine extracardiale Wirkung der Digitalis.

Wenn wir die Daten vom 8. August, also des nächsten Tages nach der ersten Pandigalinjektion, analysieren, so sind die gleichen Veränderungen — wie Verminderung der gesamten Atemluft, des respiratorischen Quotienten, der CO_2-Ausscheidung und des O_2-Verbrauches — während der Arbeit nachzuweisen. Zweifellos zeigt sich darin eine Nachwirkung der Digitalis, die auch von *Groscurth* und *Bansi* (2) mit Hilfe des Minutenvolumens beobachtet wurde. Der Erholungs-O_2 ist, wie am vorigen Tage, gestiegen, mit einer Steigerung der O_2-Schuld, welche die anderen Werte der ganzen Versuchsreihe überwog. Der gesamte O_2-Verbrauch nähert sich denen der Leerversuche vorher und nachher. Eine Digitalisnachwirkung, die den gesamten O_2-Verbrauch vermindert, scheint hier nicht zu bestehen.

Das Verhalten der CO_2-Ausscheidung nach der Arbeit weicht von dem vorigen Versuche ab. Trotzdem die CO_2-Ausscheidung während der Arbeit schon vermindert ist, fuhr sie fort, nach dem Laufen auch noch weiter abzusinken. Dies ist vielleicht auf einen Versuchsfehler zurückzuführen.

B. Psychischer Einfluß auf die Leistungsfähigkeit.

Um einen Einblick in den Umfang psychischer Beeinflußbarkeit körperlicher Leistungsfähigkeit zu gewinnen, wurde am 21. August ohne Wissen der Versuchsperson eine Injektion physiologischer Kochsalzlösung statt Pandigal gegeben. Die Versuchsperson glaubte, daß sie wieder eine Pandigalinjektion bekommen hätte. Die psychische Täuschung brachte eine erstaunliche Wirkung hervor: Die Atemluft während des Laufens war im Vergleich mit der am vorigen Tage um etwa $^1/_5$ herabgesetzt und die Versuchsperson gab an, eine Erleichterung der Atmung empfunden zu haben. Vielleicht hat die Versuchsperson unbewußt ihre Atmung etwas gehemmt und dadurch eine Herabsetzung des Atemvolumens hervorgerufen. Daß der Organismus eine Anpassungsfähigkeit besitzt, um trotz der gehemmten Atmung noch den Gasbedarf zu decken, zeigt die Tatsache, daß der von der Atemluft entzogene O_2 wie auch die in der Atemluft ausgeschiedene CO_2 in der Prozentzahl steigt.

Die Betrachtung der absoluten Werte zeigt im Vergleich zum vorigen Tage trotzdem ein Gleichbleiben der CO_2-Ausscheidung und des O_2-Verbrauchs nach der Arbeit, ferner eine Verminderung des Arbeits-O_2 und des Arbeits-CO_2. Daher ist die gesamte CO_2-Ausscheidung und der gesamte O_2-Verbrauch für die gleiche Arbeit doch um etwa 1 Liter gesunken. Uns fällt es als sehr merkwürdig auf, daß nicht nur der Gasbedarf des Organismus bei verminderter Atmung durch eine Anpassung gedeckt werden kann, sondern auch der absolute Wert des Gasbedarfs von der vorgetäuschten Pandigaleinspritzung herabgesetzt worden ist. Daß die Verminderung des Arbeits-O_2 und Arbeits-CO_2 sich im gleichen Verhältnis befindet, ist an dem gleichgebliebenen respiratorischen Quotienten zu sehen. Hierbei wollen wir uns an die Tatsache erinnern, daß der gesamte O_2-Verbrauch nach der ersten Pandigalinjektion auch um etwa 1 Liter herabgesetzt worden ist. Kann dies auch eine psychische Wirkung der Spritze sein?

Fassen wir zusammen, so ist die psychische Auswirkung einer Einspritzung auf die Leistungsfähigkeit sowie den Stoffwechsel nicht zu unterschätzen. Obwohl der Wert aller unserer Digitalisversuche somit beeinträchtigt wurde, gibt uns dieser Versuch doch einen wichtigen Hinweis darauf, daß bei experimentellen Arbeiten die psychische Wirkung nicht zu übersehen und mit in Rechnung zu stellen ist. Wir schlagen vor, bei derartigen Versuchen die Versuchspersonen über die Art der Injektionen immer im Unklaren zu

lassen. Dies ist besonders wichtig, wenn es sich um solche Personen handelt, die die Wirkung der Droge kennen. Erst dann können wir bessere objektive Ergebnisse erzielen.

C. Ergebnisse der zweiten Pandigalinjektion und der Strophanthininjektion.

Wenn wir die Ergebnisse der zweiten Pandigalinjektion am 22. August und der Strophanthininjektion am 27. August betrachten, können wir keinen großen Einfluß der Drogen bemerken, obwohl die Dosierung des Pandigals von 2 auf 3 ccm erhöht wurde. Die Änderungen im Stoffwechsel, wenn sie überhaupt auftreten, sind durchaus nicht so stark, wie bei der ersten Pandigalinjektion und sind nicht als eine Auswirkung der Digitalis aufzufassen. Auch *Groscurth* und *Bansi* zeigten, daß der nach der ersten Digitalisgabe regelmäßig auftretende deutliche Effekt, der sich bei ihren Arbeitsversuchen besonders auffällig in der Leistungssteigerung ausdrückte, durch wiederholte Medikation nicht reproduziert werden konnte. Ferner ist zu beobachten, daß, wie schon erwähnt, bei unseren Versuchen immer die gleiche Laufdauer eingehalten, d. h. also der Zeitpunkt völliger Erschöpfung nicht erreicht wurde. Das Herz wurde also nicht bis zur Grenze seiner Suffizienz beansprucht, so daß eine so sinnfällige Digitaliswirkung wie beim insuffizienten Herzen von vornherein nicht zu erwarten war. Dazu kommt noch, daß auch die Zeit zwischen erster und zweiter Pandigalinjektion von der Versuchsperson zu regelmäßigem Training benutzt wurde. Da, wie schon oben bemerkt, der Höhepunkt der Trainingswirkung bei Beginn der Digitalisversuche wohl noch nicht erreicht war, ist anzunehmen, daß infolge weiterer Steigerung der Leistungsfähigkeit die Beanspruchung des Organismus in den späteren Versuchen relativ geringer als in den ersten war. Während also im ersten Digitalisversuch das Herz sich wahrscheinlich immerhin seiner Suffizienzgrenze schon stark näherte, war es in den späteren Versuchen wohl noch weit entfernt davon. Die beiden letzten Versuche sind daher den zahlreichen in der Literatur beschriebenen Digitalisversuchen bei völlig intaktem Kreislauf ohne schwere Arbeitsbelastung vergleichbar, deren Ergebnis im allgemeinen die Wirkungslosigkeit der Digitalis auf den intakten Kreislauf zeigt. (Die bei unseren Versuchen gefundenen Werte für Puls und Blutdruck vor und nach der Arbeit mit und ohne Digitalis zeigten keine einheitliche Gesetzmäßigkeit, ebenso nicht die errechneten Frequenz-Amplitude-Produkte. Daher sind die Tabellen nicht beigefügt.)

III. Das Belastungselektrokardiogramm und die Beeinflussung durch Digitalis.

Unsere Elektrokardiogramme wurden vor und in bestimmten Zeitpunkten nach dem Laufen aufgenommen, und zwar bis zu 45 Minuten ausgedehnt. Bei den Pandigal- bzw. Strophanthinversuchen wurden Aufnahmen auch in 2-, 10- und 18-Minuten-Abständen nach der Injektion gemacht. Das Laufen begann erst 20 Minuten nach der Injektion. Die Auswertung der Kurven geschah in der üblichen Weise. Die Ergebnisse wollen wir im einzelnen erörtern:

1. Die Breite bzw. Dauer der P-Zacke bleibt immer auf 0,1″, die der Überleitungszeit P—Q stets auf 0,15″ und die des Initialkomplexes QRS immer auf 0,09″. Sie liegen also alle innerhalb der Grenze der Norm und lassen sich weder von der Belastung noch von der Digitalis beeinflussen.

Erwähnt sei der Befund von *Knoll* (17) bei Sportsleuten. In seinen elektrokardiographischen Untersuchungen während der Arbeit fand er eine Verlängerung der P-Zacke und Verkürzung des QRS-Komplexes, die aber nach der Arbeit rasch zum Ruhezustand zurückkehrten. Diese Rückkehr erfolgte innerhalb weniger Herzrevolutionen. Da unsere Aufnahmen frühestens ½ Minute nach der Arbeit möglich waren, so ist es nicht verwunderlich, daß sie alle schon zur Norm zurückgekehrt sind.

2. Die Länge des Kammerkomplexes Q—T (s. Tab. 2) beträgt in der Ruhe etwa 0,4″. Nach dem Laufen wurde sie kürzer, kehrte aber meistens schon nach 5 Minuten zur Norm zurück. Nach Digitalis wurde sie schon in der Ruhe verlängert.

Tabelle 2.

Länge des Q—T-Komplexes (in Sekunden) bei dem 5′ 15″ Laufen.

Datum	Verfassung	Vorher	Nach d. Injekt.			Nach dem Laufen					
			2′	10′	18′	½–1′	2–3′	5′	10′	20′	45′
6. Aug.	—	0,43	—	—	—	0,3	0,39	0,4	0,4	—	—
7. „	Pandigal 2 ccm intravenös	0,4	0,41	0,42	—	0,37	0,35	0,4	0,4	0,4	0,4
8. „	—	0,4	—	—	—	0,38	0,39	0,39	0,4	0,4	0,4
10. „	—	0,4	—	—	—	0,35	0,3	0,41	0,4	—	0,42
20. „	—	0,4	—	—	—	0,35	0,35	0,4	0,4	0,4	0,4
21. „	$NaCl_2$ 3 ccm intravenös	0,4	0,4	—	0,4	0,35	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
22. „	Pandigal 2 ccm intravenös	0,4	0,4	0,45	0,45	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
23. „	—	0,42	—	—	—	0,31	0,4	0,4	0,4	0,4	0,42
26. „	—	0,4	—	—	—	0,35	0,32	0,36	0,4	0,4	0,4
27. „	Strophanthin 0,5 mg intrav.	0,4	0,45	0,44	0,45	0,38	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4
29. „	—	0,4	—	—	—	0,3	0,35	0,35	0,4	0,4	0,4

Nach der Arbeit kehrte sie entweder rascher zum Ruhewert zurück, wie es am 22. August der Fall ist, oder verlängerte sich noch über den Ruhewert hinaus. Letzteres ist sehr auffällig nach der Strophanthininjektion, wobei der Q—T-Komplex 3 Minuten nach der Arbeit auf 0,5 Sekunden verlängert ist.

Da der Initialkomplex, wie bereits erwähnt, immer der gleiche bleibt, so ist die Verlängerung des Q—T-Komplexes auf die T-Zacke und das ST-Stück allein zurückzuführen.

3. Die Höhe der P-Zacke nimmt im allgemeinen nach der Arbeit zu und während der Erholung mit Schwankungen wieder ab. Über ihre frühere oder spätere Rückkehr zur Norm ist keine Gesetzmäßigkeit zu erkennen. Eine Beeinflussung durch Digitalis scheint auch nicht zu bestehen. Manchmal zeigt die P-Zacke nach der Arbeit Doppelung (s. Tab. 3).

Tabelle 3.

Höhe der P-Zacke (in Millivolt) bei dem 5'15''-Laufen.

Datum	Verfassung	Vorher	Nach d. Injekt.			Nach dem Laufen					
			2'	10'	18'	½–1'	2–3'	5'	10'	20'	45'
6. Aug.	—	0,067	—	—	—	—	0,25	0,13	0,12	—	0,11
7. „	Pandigal 2 ccm intravenös	0,07	0,14	0,12	—	—	0,17	0,14	0,12	0,13	0,7
8. „	—	0,13	—	—	—	0,13	0,15	0,13	0,11	0,11	0,17
10. „	—	0,12	—	—	—	—	—	0,17	0,11	—	0,18
20. „	—	0,07	—	—	—	—	—	0,14	0,14	0,15	0,14
21. „	$NaCl_3$ 3 ccm intravenös	0,07	0,1	—	0,07	0,36	0,15	0,14	0,12	0,12	0,12
22. „	Pandigal 3 ccm intravenös	0,17	—	0,13	0,11	0,21	0,14	0,18	0,12	0,1	0,09
23. „	—	0,13	—	—	—	0,44	—	0,16	0,15	0,1	0,13
26. „	—	0,17	—	—	—	0,38	0,27	0,23	0,18	0,18	—
27. „	Strophanthin 0,5 mg intrav	0,17	0,154	0,154	0,12	0,3	0,23	0,17	0,11	0,154	0,1
29. „	—	0,15	—	—	—	0,3	0,22	0,18	0,14	0,2	0,08

4. Die R-Zacke, wie die P-Zacke, nimmt nach der Arbeit an Höhe zu und sinkt während der Erholung wieder herab. Der Verlauf zeigt aber auch keine einheitliche Tendenz. Nach den letzten zwei Digitalisinjektionen wurde sie so niedrig, daß sie auch nach der Arbeit gegenüber dem Ruhewert niedriger war. Dies ist bei der ersten Injektion nicht zu sehen (s. Tab. 4).

5. Die T-Zacke.

Da die T-Zacke seit der Einführung der Elektrokardiographie den Kern der Diskussion bildet, so wollen wir sie näher behandeln.

Tabelle 4.

Höhe der K-Zacke (in Millivolt) bei dem 3:15'-Laufen.

Datum	Verfassung	Vorher	Nach d. Injekt. 2	10	18	Nach dem Laufen 0	1	2	3	5	10	20	45
6. Aug	—	1.47	—	—	—	—	1.55	1.62	1.6	—	1.6		
7. „	Panligal 2 ccm intravenös	1.36	1.29	1.38	—	—	1.48	1.44	1.41	1.44	1.3		
8. „	—	1.4	—	—	—	1.66	1.46	1.47	1.54	1.4	1.41		
10. „	—	1.3	—	—	—	—	—	1.4	1.57	—	1.27		
20. „	—	1.43	—	—	—	—	—	1.43	1.5	1.56	1.43		
21. „	$NaCl_2$ 3ccm intravenös	1.1	1.24	—	1.36	1.64	1.28	1.43	1.6	1.2	1.38		
22. „	Panligal 3 ccm intravenös	1.3	—	1.34	1.28	1.48	1.4	1.61	1.48	1.4	1.4		
23. „	—	1.18	—	—	—	1.56	—	1.28	1.38	1.0	1.31		
26. „	—	1.06	—	—	—	1.44	1.4	1.54	1.43	1.5	—		
27. „	Strophanthin 0,5 mg intrav.	1.46	1.61	1.36	1.44	1.68	1.58	1.42	1.29	1.31	1.4		
29. „	—	1.3	—	—	—	1.7	1.66	1.36	1.36	1.6	1.33		

Tabelle 5.

Höhe der T-Zacke (in Millivolt) bei dem 3:15'-Laufen.

Datum	Verfassung	Vorher	Nach d. Injekt. 2	10	18	Nach dem Laufen 0	1	2	3	5	10	20	45
6. Aug	—	0.47	—	—	—	—	0.55	0.125	0.15	—	0.46		
7. „	Panligal 2 ccm intravenös	0.5	0.46	0.46	—	—	0.33	0.18	0.12	0.33	0.36		
8. „	—	0.53	—	—	—	0.73	0.61	0.27	0.31	0.37	0.5		
10. „	—	0.47	—	—	—	—	—	0.17	0.26	—	0.45		
20. „	—	0.43	—	—	—	—	—	0.21	0.21	0.22	0.21		
21. „	$NaCl_2$ 3 ccm intravenös	0.66	0.48	—	0.36	0.57	0.46	0.29	0.3	0.31	0.5		
22. „	Panligal 3 ccm intravenös	0.6	—	0.56	0.5	0.53	0.5	0.25	0.3	0.4	0.38		
23. „	—	0.44	—	—	—	0.36	—	0.16	0.27	0.27	0.4		
26. „	—	0.6	—	—	—	0.62	0.47	0.51	0.29	0.5	—		
27. „	Strophanthin 0,5 mg intrav.	0.6	0.34	0.48	0.56	0.7	0.54	0.17	0.16	0.5	0.4		
29. „	—	0.4	—	—	—	0.8	0.66	0.27	0.36	0.5	0.41		

Wie in Tab. 3 ersichtlich, beträgt die Höhe der T-Zacke in der Ruhe 0,36 bis 0,6 und durchschnittlich 0,47 Millivolt. Sie nimmt nach der Arbeit an Höhe zu und während der Erholung wieder [illegible]. Die höchste Höhe wurde eine halbe bis zwei Minuten nach der Arbeit erreicht. In der zweiten bis dritten Minute

liegen die Werte meist noch über dem Ruhewert; bei 5 Minuten sind aber fast alle auf das Tiefste gesunken und danach steigen sie wieder allmählich an, so daß manche Werte bei 45 Minuten sich wieder dem Ruhezustand nähern.

Die zwei Pandigalinjektionen hatten schon in der Ruhe die Höhe von T etwas erniedrigt. Diese Wirkung besteht nach der Arbeit noch in einer Verhinderung der Tendenz des Steigens. Das Strophantin scheint aber keinen Einfluß auf das Elektrokardiogramm auszuüben. Merkwürdig ist es, daß die T-Zacke nach der physiologischen Kochsalzlösung-Injektion gegenüber den anderen Werten im allgemeinen höher ist. Negative T-Zacke wurde nicht bemerkt.

Daß die T-Zacke sich nach der Arbeit so verhalten kann, ist auch von früheren Autoren beobachtet worden. *Schlomka* und *Reindell* (18) und *Schlomka* (19) hatten Sportleute und herzgesunde Studenten untersucht und beobachteten, daß die T-Zacke bei Geübten nach der Arbeit primär kleiner würde; sie nannten diese Erscheinung Reaktionstypus A. In der Erholungszeit folgt dann dieser primären Verkleinerung zunächst eine sekundäre Vergrößerung über den Ruhewert hinaus, die aber noch später in eine Spätverkleinerung übergeht. Die sekundäre Vergrößerung wurde eine Minute nach der Arbeit beobachtet. Die Rückbildung ging sehr schnell, so daß sie sich nach 2—3 Minuten schon der Norm näherte. Die Spätverkleinerung ist, wie wir auf der beigelegten Tabelle von *Schlomka* und *Reindell* (18) sehen, am ausgeprägtesten 10 Minuten nach der „starken Belastung".

Obwohl wir kein Elektrokardiogramm „sofort" nach der Arbeit aufnehmen konnten und daher keine primäre Verkleinerung der T Zacke zeigen können, so entspricht der übrige Teil unserer Befunde, also die sekundäre Vergrößerung und Spätverkleinerung, doch den Befunden von *Schlomka* und *Reindell*. Die Verkleinerung wie auch die Vergrößerung ist bei uns gegenüber denen von *Schlomka* und *Reindell* ausgesprochener. Um die Ergebnisse besser zu vergleichen, haben wir unsere Daten der T-Zacke auch nach dem Ruhewert als Einheit umgerechnet, wie es *Schlomka* und *Reindell* getan haben (s. Tab. 6).

Dieselbe Spätverkleinerung der T-Zacke haben auch *Hausz* (20) und *Messerle* (5) gefunden. Letzterer hat bei 5 von 7 Sportleuten 10 Minuten nach der Arbeit eine T-Zacke ebenso groß oder kleiner als im Ruhe-Elektrokardiogramm beobachtet und sie als Zeichen der Erholungsreaktion mit verstärkter Herzfüllung, die bei Geübten früher als bei Untrainierten eintritt, beschrieben.

Tabelle 6.

Höhe der T-Zacke bei dem 5'15''-Laufen.

Datum	Verfassung	Vor-her	Nach d. Injekt.			Nach dem Laufen					
			2'	10'	18'	½—1'	2—3'	5'	10'	20'	45'
6. Aug.	—	1,0	—	—	—	—	1,17	0,27	0,32	—	0,98
7. „	Pandigal 2 ccm intravenös	1,0	0,86	0,92	—	—	0,66	0,36	0,24	0,66	0,72
8. „	—	1,0	—	—	—	1,38	1,15	0,51	0,58	0,70	0,94
10. „	—	1,0	—	—	—	—	—	0,36	0,55	—	0,96
20. „	—	1,0	—	—	—	—	—	0,49	0,49	0,51	0,49
21. „	$NaCl_3$ 3 ccm intravenös	1,0	1,33	—	1,0	1,58	1,28	0,81	0,83	0,86	1,39
22. „	Pandigal 3 ccm intravenös	1,0	—	0,88	0,83	0,88	0,83	0,42	0,50	0,66	0,62
23. „	—	1,0	—	—	—	1,27	—	0,34	0,61	0,61	0,91
26. „	—	1,0	—	—	—	1,24	0,94	0,62	0,58	1,00	—
27. „	Strophanthin 0,5 mg intrav.	1,0	1,08	0,92	1,12	1,40	1,08	0,34	0,32	0,60	0,80
29. „	—	1,0	—	—	—	2,00	1,65	0,68	0,90	1,25	1,02

Hierzu sind die Befunde von *Reiselmann* und *Kostjukow* (7) zu erwähnen. Obwohl sie bei ihren nicht „sofort" nach der Arbeit und nicht so weit in die Erholung ausgedehnten Elektrokardiogramm weder Primär- noch Spätverkleinerung beobachteten, haben sie doch eine Erhöhung der T-Zacke nach der Arbeit beschrieben, die wohl auch der sekundären Vergrößerung von *Schlomka* und *Reindell* entspricht. Hier sei die Ansicht von *Reiselmann* und *Kostjukow* nochmals erwähnt, die besagt, daß Herzen in gutem Training mit gesundem Myocard nach körperlicher Arbeit eine jähe Steigerung der T- und P-Zacken aufweisen, wobei „erstere häufig auch noch in der ersten auf die Belastung folgenden Minute anzusteigen fortfährt".

Aus den obenerwähnten Tatsachen ist wohl zu schließen, daß die Veränderungen der T-Zacke im Belastungs-Elektrokardiogramm doch eine bestimmte Gesetzmäßigkeit zeigen. Die Angaben von *van Muyden* (6), daß wegen des vielfältigen Verhaltens der T-Zacke nach der Arbeit bei Beurteilung eines Arbeitsversuches das Hauptgewicht nur auf die S—T-Strecke zu legen sei, können wir auf Grund unserer Befunde nicht bestätigen.

Daß die Erhöhung der T-Zacke im Arbeits-Elektrokardiogramm nach Digitalis geringer ist, wurde auch von *Zwillinger* (21) beobachtet und auf die verbesserte Herzfüllung zurückgeführt.

Bei der R—T-Strecke fanden wir bei der Versuchsperson, die tatsächlich herzgesund ist, im Elektrokardiogramm in Ruhe wie

auch nach der Arbeit eine erhöhte R—T-Strecke, die der von *Winternitz* (14) als diskordanter Typus bezeichneten Veränderung der Angina pectoris entspricht. Die T-Zacke nimmt ihren Abgang hoch am katakroten Teil der R-Zacke und das ganze Zwischenstück bleibt über der isoelektrischen Linie. Die Höhe des Abgangspunktes wurde in der Ruhe etwas von Pandigal erniedrigt und von Strophanthin erhöht und schwankt nach der Arbeit sehr erheblich; sie zeigt keine Gesetzmäßigkeit. Daher sind die Tabellen nicht beigelegt.

Der gleiche Befund wurde von *Hoogenwerf* (22) bei den Amsterdamer Olympiakämpfern gemacht und mit Bildern belegt. Da es sich um Sportleute handelte, scheint unmöglich eine wirkliche Insuffizienz der Coronardurchblutung vorzuliegen. Die Ursache muß eine andere sein, wie auch bei uns.

Diskussion der Ergebnisse.

Es sollte die Wirkung von Digitalis auf den Arbeitsstoffwechsel des Menschen untersucht werden. Angeregt wurden die Untersuchungen durch die Ergebnisse von *Groscurth* und *Bansi*, die bei erschöpfender Arbeit auf dem Fahrradergometer eine deutliche Wirkung von Digitalis auf Kreislauf und Stoffwechsel bei herzgesunden Personen fanden. Sie erklärten den Widerspruch ihrer Ergebnisse mit der allgemein herrschenden Ansicht, daß Digitalis beim normalen Herzen unwirksam sei, mit der Tatsache, daß das gesunde Herz bei schwerster körperlicher Arbeit insuffizient wird und dann wie beim Herzkranken auf Digitalis anspricht.

Diese Arbeit soll einen Beitrag darstellen zu der Frage, die für das Problem der Erschöpfung und der Digitaliswirkung sehr wichtig erscheint. Auch bei der von uns gewählten, nicht erschöpfenden Arbeit auf dem laufenden Band konnte eine Wirkung der Digitalis am Stoffwechsel und Elektrokardiogramm nachgewiesen werden, merkwürdigerweise aber nur bei der ersten Injektion deutlich. Dies kann zwei Ursachen haben: entweder war bei der ersten Injektion die Versuchsperson noch nicht genügend trainiert, so daß das Herz, ähnlich wie bei den Versuchen von *Groscurth* und *Bansi*, in einem Zustand relativer Insuffizienz sich befand, oder die Wirkung der Droge wird von dem Organismus bei wiederholter Injektion allmählich kompensiert.

Für weitere Untersuchungen dieser Art ergaben sich zwei wichtige Faktoren: einmal muß das Training für eine bestimmte Arbeit noch wesentlich länger fortgesetzt werden, zum anderen die Medikation so vorgenommen werden, daß jede psychische Beeinflussung wegfällt.

Zusammenfassung.

1. Es wurden Versuche mit und ohne Digitalis über den Einfluß kurzdauernder schwerer Arbeit auf Stoffwechsel, Elektrokardiogramm und Leistungsgefühl bei gleichbleibender Arbeitsleistung ausgeführt.
2. Der Einfluß des Trainings, wie Leistungssteigerung, Verminderung an Gasbedarf usw. wurde erörtert.
3. Die Wirkungsweise der Digitalis auf den Stoffwechsel wurde untersucht. Deutliche Herabsetzung des Atemvolumens bei gleichzeitiger geringer Herabsetzung von Gesamt-O_2-Verbrauch und CO_2-Ausscheidung während der Arbeit bei gleichzeitiger Erhöhung der O_2-Schuld wurde nur nach der ersten Digitalisinjektion gefunden. Die späteren Injektionen von Digitalis und Strophanthin blieben ohne wesentliche Wirkung.
4. Eine ohne Wissen der Versuchsperson gegebene $NaCl_2$-Injektion zeigte, daß psychische Wirkungen bei derartigen experimentellen Arbeiten zu berücksichtigen sind.
5. Die im Belastungselektrokardiogramm gefundenen Veränderungen der T-Zacke bestätigen die Befunde von *Schlomka* und entsprechen dem von ihm beschriebenen Reaktionstypus A.
6. Eine erhöhte R—T-Strecke wurde bei der gesunden Versuchsperson beobachtet. Wir mahnen, solche Veränderungen mit Vorsicht zu beurteilen.

Zum Schluß möchte ich nicht versäumen, Herrn Professor Dr. *Dennig* meinen besten Dank für seine Anregung auszusprechen, gleichzeitig auch Herrn Dr. *Groscurth* und Fräulein Dr. *Krause* für ihre Unterstützung bei Ausführung der Versuche zu danken.

Literatur.

1. Dennig, Arch. f. exp. Path. **165,** 161 (1932).
2. Groscurth und Bansi, Arch. f. exp. Path. **169,** 313 (1933).
3. Hartl, Z. f. exp. Med. **84,** 249 (1932).
4. Bickel, Z. Kreislaufforschung **24,** 245 (1932).
5. Messerle, Z. f. exp. Med. **60,** 490 (1928).
6. van Muyden, Z. f. klin. Med. **127,** 192 (1934).
7. Rieselmann und Kostjukow, Arbeitsphys. **5,** 1 (1931).
8. Mentzingen, Klin. Wchschr. **13,** 88 (1934).
9. Cohn, J. Amer. Med. Ass. **65,** 1527 (1915).
10. Blumenfeldt, Klin. Wchschr. **9,** 2439 (1930).
    Z. f. klin. Med. **113,** 502 (1930).
11. Herles, Verhandlg. dtsch. Ges. f. Kreislaufforschung. IV. Tagung. 86 (1931).
12. Grünbaum, Z. f. klin. Med. **116,** 746 (1931).
13. Brams, Amer. Heart J. **6,** 804 (1931).
    Arch. of int. Med. **43,** 676 (1929).
14. Winternitz, Z. Kreislaufforschung. **23,** 452 (1931).
    Med. Klin. **30,** 1359 (1934).
15. Harris, Lancet **194,** 464 (1918).
16. Rühl, Arch. f. exp. Path. **164,** 695 (1932).
17. Knoll, Arbeitsphysiol. **5,** 424 (1932).
18. Schlomka und Reindell, Arbeitsphys. **8,** 172 (1934).
19. Schlomka, Arbeitsphys. **8,** 80 (1934).
20. Hausz, Arbeitsphys. **7,** 280 (1934).
21. Zwillinger, Med. Klin. **31,** 977 (1935).
22. Hoogerswerf, Arbeitsphys. **2,** 61 (1929).

Lebenslauf.

Am 4. Juni 1911 wurde ich, Tung-sheng Sheng, als Sohn des Lehrers Maison Sheng in Yün-Hsing, China, geboren. Nachdem ich im Juni 1928 das Reifezeugnis des II. Provinzialen Gymnasiums zu Kiangsi, China, erwarb, besuchte ich die „National Central University“ in Nanking und die „National Medical College“ zu Shanghai. Im September 1934 bestand ich das Staatsexamen und wurde von der Provinzialregierung Kiangsi zur Fortbildung nach Deutschland geschickt. Ich studierte im Wintersemester 1934/35 in München und im Sommersemester 1935 und Wintersemester 1935/36 in Berlin.